

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-195905

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>  
G 01 B 11/06

識別記号 庁内整理番号  
Z 7625-2F

⑬ 公開 平成3年(1991)8月27日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 断面厚み計測方法

⑰ 特 願 平1-335306

⑱ 出 願 平1(1989)12月25日

⑲ 発 明 者 菊 信 隆 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社  
内

⑲ 発 明 者 山 崎 史 朗 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社  
内

⑲ 発 明 者 原 田 伸 一 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社  
内

⑳ 出 願 人 アイシン精機株式会社 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

㉑ 代 理 人 弁理士 大 川 宏

明 細 書

1. 発明の名称

断面厚み計測方法

2. 特許請求の範囲

(1) 光透過性をもつ被計測物と、該被計測物の屈折率とほぼ均等な屈折率をもつ光透過性をもつ液媒体とを用い、

該被計測物を該液媒体中に浸漬する工程と、投光部から光を該被計測物に透過させ、その透過した光を受光部で受け、その透過強度から該被計測物の厚みに関するデータを計測する工程とを順に実施することを特徴とする断面厚み計測方法。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は断面厚み計測方法に関する。この断面厚み計測方法は例えば光学レンズ、ガラス製品、表示素子、赤外線透過セラミックス製品等の厚み、形状を計測する際に適用できる。

[従来の技術]

従来より、被計測物の断面厚み計測方法として、

被計測物を計測したい断面で切断し、その切断面を拡大投影する方法が知られている。

また、他の断面厚み計測方法として、被計測物に光を照射しその反射光を利用して被計測物の断面の外形状を計測する方法も知られている。

[発明が解決しようする課題]

切断面を拡大投影する方法の場合には、被計測物を切断するので、被計測物が破壊され、再利用できない問題がある。

反射光を用いる方法の場合には、被計測物が透明な場合には計測光の透過量が増し、反射光が減少するので、計測が困難となる問題がある。

本発明は上記した実情に鑑みなされたものであり、その課題は、従来より使用されている被計測物の切断面を拡大投影する方式、被計測物で反射した反射光を利用する方式とは異なる方式を採用した被計測物の断面厚み計測方法を提供することにある。

[課題を解決するための手段]

本発明者は、光透過性をもつ被計測物の断面厚

み計測方法について鋭意研究を重ねた結果、被計測物の屈折率とほぼ均等な屈折率をもつ光透過性をもつ液媒体中に被計測物を浸漬し、その状態で、光を被計測物に透過させ、光の透過強度から被計測物の厚みを計測すれば、被計測物と液媒体との境界面で生じる光の屈折等に起因する散乱の影響が少なくなり、計測精度を向上させ得ることを知見し、かかる知見により本発明を完成させたものである。

本発明の断面厚み計測方法は、光透過性をもつ被計測物と、被計測物の屈折率とほぼ均等な屈折率をもつ光透過性をもつ液媒体とを用い、被計測物を液媒体中に浸漬する工程と、投光部から光を被計測物に透過させ、その透過した光を受光部で受け、その透過強度から被計測物の厚みに関するデータを計測する工程とを順に実施することを特徴とするものである。

被計測物は光透過性をもつものである。被計測物の材質は、透明な無機ガラス、有機ガラス、プラスチック、赤外線透過セラミックスとするこ

10)を用いることもできる。

なお被計測物の光透過性、液媒体の光透過性とは、可視光領域とは限らず、紫外線、赤外線領域における光透過性でもよい意味である。

本発明では、まず、被計測物を液媒体中に浸漬する。被計測物の計測部分の一部のみを浸漬しても、全体を浸漬してもよい。浸漬するにあたっては、ホルダーに被計測物を吊持し、槽に貯溜した液媒体に向けてホルダーを降下させることにより行い得る。あるいは、被計測物を設置した空の槽に液媒体を供給することにより行い得る。

液媒体を貯溜する槽は、液媒体と同一または近似した屈折率をもつ光透過性をもつ壁で形成することができる。

被計測物を浸漬させた液媒体には、泡、塵等がない方が好ましい。泡、塵等による光の散乱を回避するためである。泡、塵等の影響を回避するために、泡除去操作、塵除去操作をすることが好ましい。泡除去操作は、媒体の液面の上方を減圧したり真空にしたりして、泡を液媒体の液面に浮上

とができる。例えば被計測物の材質は、ホウケイ酸ガラス(屈折率1.516)、石英ガラス(屈折率1.459)、メタクリル酸メチル樹脂(屈折率1.491)とすることができる。なお被計測物の形状は、光学レンズ、ドアミラーのミラー本体、サンルーフ等、適宜選択できる。

液媒体は光透過性をもつものであり、投光部から照射した光が液媒体を透過する際に、被計測物の屈折率とほぼ均等な屈折率をもつ。ここで、ほぼ均等な屈折率とは、所定の波長の光を透過させたときに屈折率が同一か近似しているという意味である。液媒体は、所定の屈折率をもつ少なくとも2種の溶液を混合して、被計測物の屈折率とほぼ均等な屈折率をもつように形成できる。混合度は均一の方が好ましい。例えば、液媒体は、後述の実施例で例示したように、メタノール(屈折率1.331)とヨウ化メチル(屈折率1.737)を適宜の割合で混合して形成できる。また、液媒体はメチルフェニルシリコンオイル(屈折率1.490~1.500、屈折率1.500~1.5

させることにより行い得る。

上記したように被計測物を浸漬させたら、次に、投光部から光を被計測物に向けて照射し、その光を液媒体を介して被計測物に透過させ、透過させた光を受光部で受け、その透過強度から被計測物の厚みに関するデータを計測する。ここで、被計測物の片面側の形状が既知の場合には、被計測物の計測した厚みに関するデータから、被計測物の他方の片面側の形状を計測することもできる。

光を被計測物に透過させるにあたっては、光を直線状に透過させてもよいし、扇形状、円錐状に透過させることも可能である。

投光部から照射する光は単一波長のものが好ましく、He-Neレーザ等の気体レーザ、半導体レーザ、固体レーザ等のレーザ光、赤外線を採用できる。

[作用]

ここで、投光部から投光した光の強度をI<sub>0</sub>とし、受光部で受光した光の透過強度をI<sub>x</sub>としたとき、液媒体による光の吸収を無視すれば、基本

的には、

$I_x = I_0 \cdot \exp(-\mu l)$  の関係が成り立つ。なお、 $\mu$  は被計測物の吸収係数、 $l$  は被計測物の厚みである。

従って被計測物の吸収係数  $\mu$  を予め計測しておけば、被計測物の厚み  $l$  は、基本的には、

$l = -(1/\mu) \log(I_x/I_0)$  の式より求められる。

なお、液媒体中における光の吸収を無視できない場合には、液媒体中における吸収の影響を回避するために、液媒体に浸漬していない状態で光を被計測物に透過させたときの透過強度と、液媒体に浸漬した状態で被計測物に透過させたときの光の透過強度との差を見出し、その差を考慮する。

#### 【実施例】

以下、本発明の断面厚み計測方法の第 1 実施例について図面を参照して説明する。

まず説明の便宜上、本実施例の断面厚み計測方法で使用する計測装置から説明する。計測装置は、透明壁で形成された密閉タイプの槽 1 と、槽 1 の

転により X 座標にそって移動する可動部 31a と、可動部 31a に保持された受光部としてのフォトダイオード 33 とで形成されている。制御装置 4 は、レーザ装置 23 を制御する駆動回路 40 と、パルスモータ 11、22、32 を制御する駆動回路 41 と、データ収集回路 42 と、メモリ 43 と、CPU 44 と、CRT 表示回路 45 と、CRT 表示回路 45 により制御される CRT 46 とで形成されている。

次に、本実施例の断面厚み計測方法について説明する。用いる被計測物 6 はメタクリル酸メチル樹脂製（屈折率 1.491）であり、所定の横断面形状をもつ。液媒体 5 は槽 1 に貯溜されている。液媒体 5 は、メタノールとヨウ化メチルとを混合したものであり、レーザ装置 23 のレーザ光が照射されるとき被計測物 6 の屈折率と均等な屈折率をもつように調整されている。尚、実際にレーザ光を透過し、被計測物 6 と液媒体 5 との境界面で屈折が実質的にないことを確認して上記液媒体 5 の調整を行なった。

片側に設けられた投光系 2 と、槽 1 の他方の片側に投光系 2 と対向して設けられた受光系 3 と、制御装置 4 とで形成されている。なお槽 1 の透明壁の材質はメタクリル酸メチル樹脂である。

槽 1 の上方に架設されたホルダ 10 にはパルスモータ 11 が設けられており、パルスモータ 11 の駆動軸には、被計測物 6 を固定するチャック 12 が保持されている。槽 1 にはエア抜きポンプ 13 が装備されている。

投光系 2 は、ベース 20 と、ベース 20 に設けられた X 座標にそってのびるボールネジ 21 と、ボールネジ 21 を回転させるパルスモータ 22 と、ボールネジ 21 の回転により X 座標にそって移動する可動部 21a と、可動部 21a に保持された投光部としてのレーザ装置 23 とで形成されている。レーザ装置 23 は He-Ne のレーザ光（波長 633nm）を照射する。受光系 3 は、ベース 30 と、ベース 30 に設けられた X 座標にそってのびるボールネジ 31 と、ボールネジ 31 を回転させるパルスモータ 32 と、ボールネジ 31 の回

そして、槽 1 に貯溜されている液媒体 5 中に被計測物 6 を浸漬する。このとき泡が発生しないように静かに行う。更にパルスモータ 11 を駆動させて被計測物 6 を適宜回転させ、所定の向きとする。上記したように浸漬した後、エア抜きポンプ 13 を駆動させ、液媒体 5 の液面上の吸引部 13b から空気を吸引して液面上を減圧させ、液媒体 5 中の泡の浮上を促進させ、泡除去操作を行う。

次に、レーザ装置 23 の発光部からレーザ光を被計測物 6 に照射し、そのレーザ光を被計測物 6 を透過させ、通過させたレーザ光をフォトダイオード 33 で受ける。フォトダイオード 33 で受けた信号はデータ収集回路 42 に出力され、CPU 44 で演算し、透過強度から被計測物 6 の厚みを求める。

本実施例では計測の際に、パルスモータ 22 を駆動させてボールネジ 21 を回転させ、レーザ装置 23 を X 座標にそって矢印 A 方向へ移動させる。同様に、パルスモータ 32 を駆動させてボールネジ 31 を回転させフォトダイオード 33 を X 座標

#### 特開平3-195905 (4)

にそって矢印B方向へレーザ装置23と同期させて移動させる。このように移動させる途中で、レーザ光を被計測物6に何度も透過させるので、X座標における被計測物6の厚み分布を求めることができる。

なお本実施例では、槽1の透明壁と液媒体5との境界面における屈折等は無視してもよい。

本実施例では、被計測物6の計測したい向きを変更したい場合には、パルスモータ11を適宜駆動させてチャック12を水平回転させ、被計測物6の向きを変える。

第4図はCPU44の動作を示すフローチャートである。第4図に示すようにステップS100では、パルスモータ11を所定の角度に駆動させ、被計測物6の計測したい方向へ被計測物6を向かせる。ステップS102では、パルスモータ22、32を駆動させ、レーザ装置23、フォトダイオード33をX座標の0位点に戻す。ステップS104では、パルスモータ22、32を駆動させてレーザ装置23、フォトダイオード33をX座標

にそって0位点から所定距離( $\Delta x$ )ぶん移動させる。ステップS106では、レーザ装置23からレーザ光を照射するとともに、フォトダイオード33で受けた信号をメモリ43に記憶する。ステップS108では、パルスモータ22、32を駆動させてレーザ装置23、フォトダイオード33をX座標にそって $\Delta x$ ぶん移動させる。ステップS110では、レーザ装置23、フォトダイオード33の移動距離が $x=L$ であるか判定し、 $x=L$ でなければステップS104に戻り、ステップS106でレーザ装置23からレーザ光を照射するとともに、フォトダイオード33で受けた信号をメモリ43に記憶する。判定の結果、 $x=L$ であればステップS112に進み、被計測物6の厚さ分布を演算し、ステップS114で被計測物6の断面厚みを表示する信号をCRT46に出力し、終了する。

なお、第3図に示すようにX座標において $\Delta x$ ごとに被計測物6の各厚み $\Delta x$ を求めれば、被計測物6の厚みの分布が求められる。

上記した実施例では被計測物6の材質はメタクリル酸メチル樹脂製であるが、これに限らず石英ガラス製、ホウケイ酸ガラス製としてもよい。又、レーザ装置23は半導体レーザ光を照射するものでもよい。

#### [他の実施例]

本発明の第2実施例を第5図に示す。この例は、第1実施例と基本的には同じ構成であるので、以下異なる部分を中心として説明する。この例では、発光部の先方にレンズ部、スリットを設けたレーザ装置25を用い、レーザ装置25を槽1の壁面の貫通孔にシール板26で液密性を保ちつつ固定するとともに、リニアタイプの受光部としてのCCD35の検出面を槽1の透明壁面の外面に密着させる。

そして、レーザ装置25から水平向きの扇状にレーザ光を照射し、そのレーザ光を被計測物6に透過させる。レーザ光は扇状に照射されるため、被計測物6の中心部と周縁部とで、光の強度の差が生じることが考えられるので、予め光の強度を

校正しておく必要がある。

第2実施例では、前記実施例と同様な作用効果を得られ、被計測物6の厚みを計測することができる。特に、被計測物6を水平方向に切った水平断面において、レーザ装置25の発光部を頂点とする扇状の各方向の厚みを計測することができる。さらに第2実施例ではレーザ装置25およびCCD35をX座標にそって移動させる必要がないので、レーザ装置25およびCCD35を移動させる移動機構も移動時間も必要なく、計測時間を短縮できる。更にレーザ装置25の先端部を槽1の壁面の貫通孔にシール板26で液密性を保ちつつ固定しているので、槽1の壁面における屈折等を回避でき、計測精度向上に有利である。

本発明の第3実施例を第6図に示す。この例では、先端部にレンズ部、スリットをもち円錐状に投光するレーザ装置27を用い、そのレーザ装置27を槽1の壁面の貫通孔にシール板26で固定するとともに、受光部としてのスクリーン36を槽1の透明壁面に密着させる。

特開平 3-195905 (5)

そして、レーザ装置 27 からレーザ光が円錐状に照射される。そのレーザ光は被計測物 6 を透過し、スクリーン 36 に投影される。スクリーン 36 に投影された画像をビデオカメラ 47 にて撮影し、透過強度を測定し、透過強度から被計測物 6 の厚みを計測する。

第 3 実施例においても、前記実施例と同様な作用効果が得られ被計測物 6 の厚みを計測することができる。特に、レーザ装置 27 の発光部を頂点とする円錐状の各方向における被計測物 6 の厚みを計測することができる。

[ 発明の効果 ]

本発明の断面厚み計測方法によれば、被計測物の屈折率とほぼ均等な屈折率をもつ液媒体に被計測物を浸漬させた状態で光を透過させるので、被計測物と液媒体との境界面における屈折等の影響を少なくするか回避でき、被計測物の厚みに関するデータを精度よく計測することができる。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図～第 4 図は本発明の第 1 実施例を示し、

第 1 図は断面厚み計測方法で使用する制御装置を含む装置全体の平面図、第 2 図は同斜視図、第 3 図は被計測物の厚みと X 座標との関係を示すグラフ、第 4 図は制御装置の CPU の動作を示すフローチャートである。

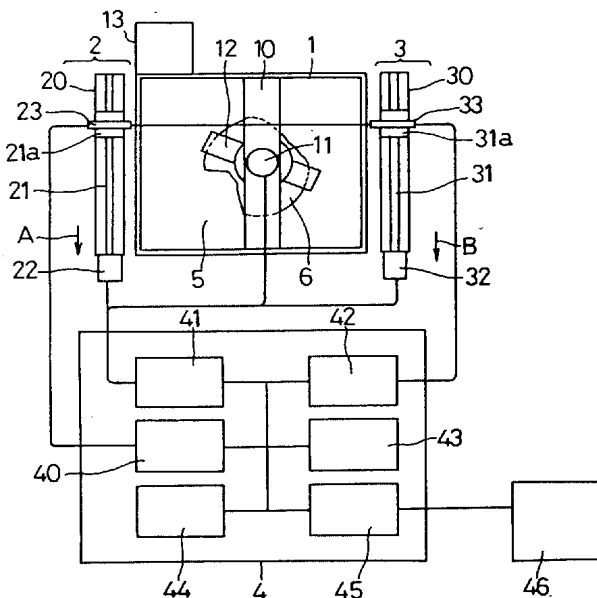
第 5 図は本発明の第 2 実施例を示し、装置全体の斜視図、第 6 図は本発明の第 3 実施例を示し、装置全体の斜視図である。

図中、5 は液媒体、6 は被計測物、23 はレーザ装置（投光部）、フォトダイオード（受光部）を示す。

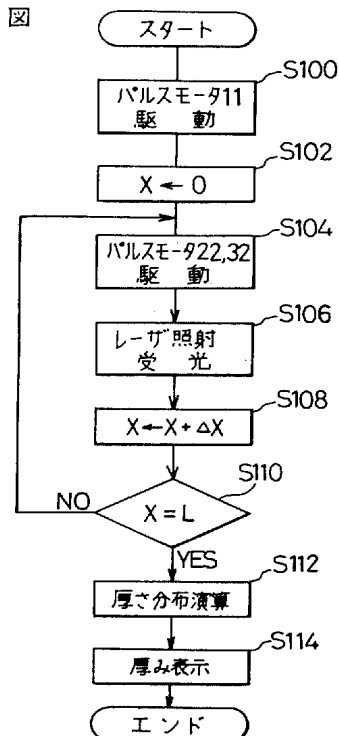
特許出願人 アイシン精機株式会社

代理人 弁理士 大川 宏

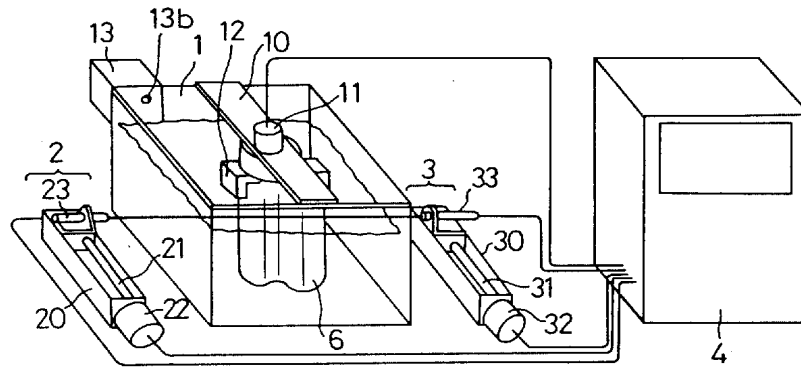
第 1 図



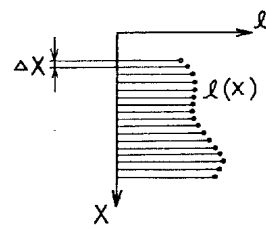
第 4 図



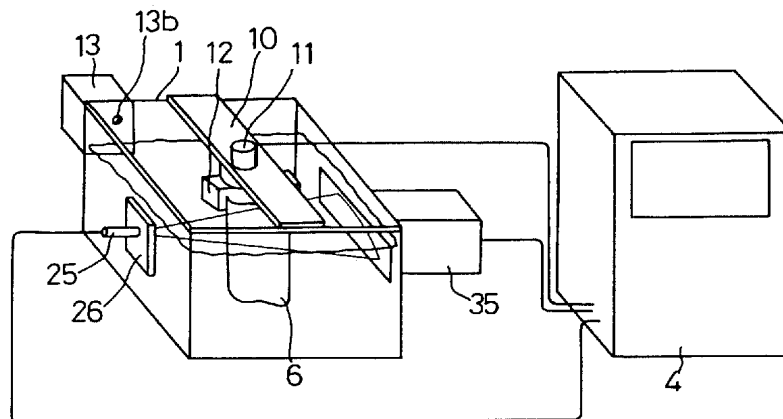
第 2 図



第 3 図



第 5 図



第 6 図

